



中华人民共和国国家标准

GB/T 41165—2021

海洋预报结果准确性检验评估方法

Accuracy evaluation methods of marine forecast results

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
4.1 基本原则	2
4.2 资料应用	2
4.3 预报时段	2
4.4 检验评估要素	2
4.5 检验评估时效	3
4.6 检验评估结果的相关规定	3
5 海面风检验评估方法	3
5.1 风速检验评估	3
5.2 风向检验评估	5
6 海浪检验评估方法	6
6.1 波高检验评估	6
6.2 波向检验评估	7
7 表层海水温度检验评估方法	8
7.1 表层海水温度换算	8
7.2 表层海水温度绝对误差	8
7.3 表层海水温度评估	8
7.4 表层海水温度检验	8
8 风暴潮警报检验评估方法	9
8.1 风暴潮警报等级检验评估	9
8.2 潮位评估	10
8.3 潮时评估	11
9 海浪警报检验评估方法	12
9.1 海浪警报等级检验评估	12
9.2 警报波高评估	13
10 海冰警报评估方法	13
10.1 海冰警报等级换算	13
10.2 海冰警报等级绝对误差	14
10.3 海冰警报等级评估	14
附录 A (资料性) 换算表	15
A.1 预报风级与评估风级及评估风速值换算表	15

A.2 观测风速值与观测风级数换算表 16

A.3 预报风向/波向(方位)与评估风向/波向(度)换算表 20

参考文献 21

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC 283)归口。

本文件起草单位：国家海洋局东海预报中心、国家海洋环境预报中心、国家海洋信息中心、国家海洋局北海预报中心、国家海洋局南海预报中心、国家海洋标准计量中心、浙江省海洋监测预报中心。

本文件主要起草人：姚圣康、魏泉苗、徐婷婷、邓小东、徐丽丽、郑晓琴、管琴乐、张婕、陈昞睿、李本霞、王慧、郭可彩、袁玲玲、白毅平、王勤。

海洋预报结果准确性检验评估方法

1 范围

本文件规定了海洋预报结果准确性检验评估要素、时效、技术方法及所需观测资料应用等内容。

本文件适用于中国近岸及近海海域的海面风、海浪、风暴潮、表层海水温度、海冰五种要素的海洋预报及警报结果准确性的检验评估,不适用于数值预报结果准确性检验评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 14914.2 海洋观测规范 第2部分:海滨观测

GB/T 15920 海洋学术语 物理海洋学

GB/T 17839 警戒潮位核定规范

GB/T 19721(所有部分) 海洋预报和警报发布

3 术语和定义

GB/T 14914.2、GB/T 15920、GB/T 17839、GB/T 19721(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预报时效 forecast validity

预报的有效期限。

3.2

预报时段 forecast period

预报工作中界定特定时段的文字及其对应的时间范围。

注:预报时段包括白天、夜间、早晨、上午、中午、下午、傍晚、上半夜、半夜、下半夜,具体对应的时间范围见表1。

表1 预报时段及其对应的时间范围

预报时段	北京时间
白天	08:00~20:00
夜间	20:00~08:00
早晨	05:00~08:00
上午	08:00~11:00
中午	11:00~14:00
下午	14:00~17:00

表 1 预报时段及其对应的时间范围（续）

预报时段	北京时间
傍晚	17:00～20:00
上半夜	20:00～23:00
半夜	23:00～02:00
下半夜	02:00～05:00

[来源:GB/T 39628—2020,2.7]

3.3

表层海水温度 sea surface temperature

海水表面到 0.5 m 深处之间的海水温度。

[来源:GB/T 14914.2—2019,3.2]

3.4

空报 false alarm

预报了某种海洋状况或海洋现象而实况没有出现。

3.5

漏报 missed alarm

没有预报某种海洋状况或海洋现象而实况却出现了,或者预报时间晚于实况出现。

4 一般规定

4.1 基本原则

海洋预报结果准确性检验评估方法遵循以下基本原则:

- 尊重海洋预报客观规律,满足海洋防灾减灾需求;
- 体现科学性、公正性、客观性;具有广泛的适应性与指导性。

4.2 资料应用

4.2.1 实况观测数据

风速、风向、波高、波向、潮位、潮时、表层海水温度、海冰的实况观测数据,应符合 GB/T 14914.2 的规定。

4.2.2 海洋预报和警报

检验评估的海洋预报和警报应符合 GB/T 19721(所有部分)的要求。

4.3 预报时段

海洋预报和警报时段见表 1。

4.4 检验评估要素

4.4.1 海洋预报

风速(10 min 平均风速)、风向、波高(有效波高)、波向、表层海水温度。

4.4.2 海洋警报

警报等级、波高(有效波高)、高潮时和高潮位。

4.5 检验评估时效

4.5.1 海洋预报

检验评估时效:0 h~24 h、24 h~48 h、48 h~72 h。

4.5.2 海洋警报

4.5.2.1 风暴潮、海浪警报

检验评估时效:0 h~24 h。

4.5.2.2 海冰警报

检验评估时效:0 h~72 h。

4.6 检验评估结果的相关规定

4.6.1 实况观测值应用规定

预报海域内实况观测值应用规定:

- a) 预报海域内没有实况观测值,预报警报不做检验评估;
- b) 预报海域内有多个实况观测值,取同一时次中最大值(其中风向随风速、波向随波高)参与检验评估;
- c) 风速评估时其最小值设定为 6.7 m/s;计算风速相对误差时,其最小值设定为 5.5 m/s;
- d) 有效波高最小值设定为 0.7 m。

4.6.2 气旋影响期间评估结果的有效性规定

预报海域有气旋影响时,判别检验评估结果是否有效的原则如下:

- a) 0 h~24 h 内气旋的 7 级风圈外缘距离预报海域边缘大于 250 km,结果有效;
- b) 0 h~24 h 内气旋的 7 级风圈外缘距离预报海域边缘不大于 250 km,且距离实况观测点不大于 40 km 时评估结果有效;距离实况观测点大于 40 km 时评估结果无效。

4.6.3 预报时段重叠时的取值规定

预报时段中含有重叠时次,预报检验评估得分取其最高值,误差取其最小值。

5 海面风检验评估方法

5.1 风速检验评估

5.1.1 风级换算

将预报风速(风级)按数学平均值换算为评估风级,应用风速与风级间数学公式(1),评估风级换算为评估风速,见附录 A 的表 A.1,观测风速换算为观测风级,见表 A.2。

$$\bar{V}_N = 0.1 + 0.824 N^{1.505} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

\bar{V}_N —— N 级风的平均风速值,单位为米每秒(m/s);

N —— 风的级数。

5.1.2 风级绝对误差

风级绝对误差为评估风级与观测风级的绝对误差值,按公式(2)计算。

$$DL = \begin{cases} \min\{FL - ML, 0\} & ML < 4.1 \\ FL - ML & ML \geq 4.1 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

DL —— 风级的绝对误差;

FL —— 评估风级;

ML —— 观测风级。

5.1.3 检验评估原则

预报时效内的风速检验评估,基于每个时次的评估风级和观测风级计算,原则如下:

- a) 预报风级无增减趋势变化,直接取评估风级检验评估;
- b) 预报风级有增减趋势变化且有预报时段,则变化时段取增减后的评估风级检验评估,该时段所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值;变化后的预报时段,用增减后的评估风级检验评估;
- c) 预报风级有增减趋势变化而无预报时段,则从预报时效内第二个时段开始,如某一个时次观测风级达到增减后的评估风级,则该时次所在时段,所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值,在此时段后的预报时段,用增减后的评估风级检验评估;如预报时效内从第二个时段开始没有一个时次观测风级达到增减后的评估风级,则最后二个时段取增减后的评估风级检验评估。

5.1.4 风速评估

根据评估风级与观测风级的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 风级绝对误差不大于 1 时为满分 100 分;
- b) 风级绝对误差大于 1 且不大于 2 时,每相差 0.1 m/s 扣 1 分;
- c) 风级绝对误差大于 2 且不大于 3 时,每相差 0.1 m/s 扣 2 分;
- d) 风级绝对误差大于 3 时为 0 分;
- e) 单个海域风速得分为该海域所有时次的累加平均,单份预报单风速得分为所有预报海域的累加平均。

5.1.5 风速检验

根据观测风速与评估风速的相对误差进行检验,按公式(3)计算相对误差。

$$R_{\text{风速}} = \frac{|V_{\text{观测}} - V_{\text{预报}}|}{V_{\text{观测}}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$R_{\text{风速}}$ —— 预报风速的相对误差;

$V_{\text{观测}}$ —— 观测风速值,单位为米每秒(m/s);

$V_{\text{预报}}$ —— 评估风速值,单位为米每秒(m/s)。

单个海域风速相对误差为该海域所有时次的累加平均,单份预报单风速相对误差为所有预报海域相对误差的累加平均。

5.2 风向检验评估

5.2.1 风向换算

风向采用 16 方位制,每个方位为 22.5° ,预报风向(方位)换算成对应的评估风向,见表 A.3。

5.2.2 风向绝对误差

风向绝对误差为评估风向与观测风向的绝对误差值,按公式(4)计算。

$$X_{\text{风向}} = |(FD - MD + 180) \bmod 360 - 180| \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$X_{\text{风向}}$ ——风向的绝对误差,单位为度($^\circ$);

FD ——评估风向,单位为度($^\circ$);

MD ——观测风向,单位为度($^\circ$)。

5.2.3 检验评估原则

5.2.3.1 常规风向

采用 16 方位预报的风向为常规风向,检验评估原则如下:

- a) 预报风向无转向变化,直接取评估风向检验评估;
- b) 预报风向有转向变化且有预报时段,则变化时段取转向后的评估风向检验评估,该时段所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值;变化后的预报时段,用增减后的评估风向检验评估;
- c) 预报风向有转向变化而无转向时段,则从预报时效内第二个时段开始,如某一个时次观测风向达到转向后的评估风向,则该时次所在时段,所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值,在此时段后的预报时段,用转向后的评估风向检验评估;如预报时效内从第二个时段开始没有一个时次观测风向达到转向后的评估风向,则最后二个时段取转向后的评估风向检验评估。

5.2.3.2 旋转风

受气旋影响,风向呈顺时针或者逆时针旋转的风向为旋转风,检验评估原则如下:

- a) 预报风向仅旋转风
若预报海域连续 12 h 内出现 7 个(含)以上不同方位风向,或 24 h 内出现 11 个(含)以上不同方位风向,或气旋中心在预报时效内进入该海域,则预报正确,否则预报错误。
- b) 有旋转风及常规风向且有预报时段
若预报旋转风时段内出现 7 个(含)以上不同方位风向,或气旋中心在该时段内进入该海域,则预报正确,否则错误;常规风向时段检验评估同 5.2.3.1。
- c) 有旋转风及常规风向且无预报时段
将预报时段分成前后各 12 h,旋转风所在 12 h 若预报海域出现 7 个(含)以上不同方位风向,或气旋中心在该时段内进入该海域,则预报正确,否则错误。常规风向时段检验评估同 5.2.3.1。

5.2.4 风向评估

根据评估风向与观测风向的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 风向绝对误差不大于 1.5 个方位为满分 100 分;
- b) 风向绝对误差大于 1.5 个方位且不大于 2 个方位,每偏差 1°扣 1.5 分;
- c) 风向绝对误差大于 2 个方位,每偏差 1°扣 2 分,直至 0 分;
- d) 旋转风预报正确,风向得分计为 100 分,预报错误,风向得分计为 0 分;
- e) 单个海域风向得分为该海域所有时次的累加平均,单份预报单风向得分为所有预报海域的累加平均。

5.2.5 风向检验

根据评估风向与观测风向的绝对误差进行检验:

- a) 常规风向按公式(4)计算绝对误差;
- b) 旋转风预报正确,绝对误差计为 0°,预报错误,绝对误差计为 180°;
- c) 单个海域风向绝对误差为该海域所有时次的累加平均,单份预报单风向绝对误差为所有预报海域的累加平均。

6 海浪检验评估方法

6.1 波高检验评估

6.1.1 波高换算

当预报波高为单一值时,预报波高即为评估波高;当预报波高为区间值时,预报波高的平均值为评估波高。

6.1.2 波高绝对误差

波高绝对误差为评估波高与观测波高的绝对误差值,按公式(5)计算。

$$DH = | FH - MH | \dots\dots\dots (5)$$

式中:

DH ——波高的绝对误差,单位为米(m);

FH ——评估波高,单位为米(m);

MH ——观测波高,单位为米(m)。

6.1.3 检验评估原则

预报时效内的波高检验评估,基于每个时次的评估波高和观测波高计算,原则如下:

- a) 预报波高无增减趋势变化,直接取评估波高检验评估;
- b) 预报波高有增减趋势变化且有预报时段,则变化时段取增减后的评估波高检验评估,该时段所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值;变化后的预报时段,用增减后的评估波高检验评估;
- c) 预报波高有增减趋势变化而无预报时段,则从预报时效内第二个时段开始,如某一个时次观测波高达到增减后的评估波高,则该时次所在时段,所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值,在此时段后的预报时段,用增减后的评估波高检验评估;如预报时效内从第二个时段开始没有一个时次观测波高达到增减后的评估波高,则最后

二个时段取增减后的评估波高检验评估。

6.1.4 波高评估

根据《国际波级表》中有效波高的波高范围,对每个观测波高赋评估值 d , d 取值按公式(6)计算。

$$d = \max\{0.125 \times MH, 0.3\} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

d ——预报波高得 100 分时与实测波高值的最大差值,单位为米(m)。

根据评估波高与观测波高的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 波高绝对误差不大于 d 时为 100 分;
- b) 波高绝对误差大于 d 时,每相差 0.1 m 扣 5 分,直至 0 分;
- c) 单个海域波高得分为该海域所有时次的累加平均,单份预报单波高得分为所有预报海域的累加平均。

6.1.5 波高检验

根据观测波高与评估波高的相对误差进行检验,按公式(7)计算波高相对误差。

$$R_{\text{波高}} = \frac{|MH - FH|}{MH} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$R_{\text{波高}}$ ——波高的相对误差。

单个海域波高相对误差为该海域所有时次的累加平均,单份预报单波高相对误差为所有预报海域相对误差的累加平均。

6.2 波向检验评估

6.2.1 波向换算

应用波向 16 方位制,将预报波向(方位)转换成对应的评估方向(方位),波向换算表见表 A.3。

6.2.2 波向绝对误差

波向绝对误差为评估波向与观测波向的绝对误差值,按公式(8)计算。

$$X_{\text{波向}} = |(FW - MW + 180) \bmod 360 - 180| \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$X_{\text{波向}}$ ——波向的绝对误差值,单位为度(°);

FW ——评估波向,单位为度(°);

MW ——观测波向,单位为度(°)。

6.2.3 检验评估原则

预报时效内的波向检验评估,基于每个时次的评估波向和观测波向计算,原则如下:

- a) 预报波向无转向变化,直接取评估波向检验评估;
- b) 预报波向有转向变化且有预报时段,则变化时段取转向后的评估波向检验评估,该时段所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有时次的绝对误差取该时段中的最小值;变化后的预报时段,用转向后的评估波向检验评估;
- c) 预报波向有转向变化而无转向时段,则从预报时效内第二个时段开始,如某一个时次观测波向达到转向后的评估波向,则该时次所在时段,所有时次的评估得分取该时段中的最高分,所有

时次的绝对误差取该时段中的最小值,在此时段后的预报时段,用转向后的评估波向检验评估;如预报时效内从第二个时段开始没有一个时次观测波向达到转向后的评估波向,则最后二个时段取转向后的评估波向检验评估。

6.2.4 波向评估

根据评估波向与观测波向的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 误差不大于 1.5 个方位为 100 分;
- b) 误差大于 1.5 个方位且不大于 2 个方位,每偏差 1°扣 1 分;
- c) 误差大于 2 个方位,每偏差 1°扣 5 分,直至 0 分;
- d) 单个海域波向得分为该海域所有时次的累加平均,单份预报单波向得分为所有预报海域的累加平均。

6.2.5 波向检验

根据评估波向与观测波向的绝对误差进行检验,按公式(8)计算绝对误差。

单个海域波向绝对误差为该海域所有时次的累加平均,单份预报单波向绝对误差为所有预报海域的累加平均。

7 表层海水温度检验评估方法

7.1 表层海水温度换算

当预报表层海水温度为单一值时,预报表层海水温度即为评估海温;当预报表层海水温度为区间值时,预报表层海水温度的平均值为评估海温。

7.2 表层海水温度绝对误差

表层海水温度绝对误差为评估海温与观测海温的绝对误差值,按公式(9)计算。

$$DT = | FT - MT | \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- DT ——表层海水温度的绝对误差,单位为摄氏度(℃);
- FT ——评估海温,单位为摄氏度(℃);
- MT ——观测海温,单位为摄氏度(℃)。

7.3 表层海水温度评估

根据评估海温与观测海温的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 表层海水温度绝对误差不大于 2 ℃时为满分 100 分;
- b) 表层海水温度绝对误差大于 2 ℃且不大于 5 ℃时,每相差 0.1 ℃扣 5 分;
- c) 表层海水温度绝对误差大于 5 ℃时,为 0 分;
- d) 单个海域表层海水温度得分为该海域所有时次的累加平均,单份预报单表层海水温度得分为所有预报海域的累加平均。

7.4 表层海水温度检验

根据观测海温与评估海温的相对误差进行检验,按公式(10)计算相对误差。

$$R_{\text{海温}} = \frac{|MT - FT|}{MT} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$R_{\text{海温}}$ —— 预报表层海水温度的相对误差；

FT —— 评估海温，单位为摄氏度(℃)；

MT —— 观测海温，单位为摄氏度(℃)。

单个海域表层海水温度相对误差为该海域所有时次的累加平均，单份预报单表层海水温度相对误差为所有预报海域的累加平均。

8 风暴潮警报检验评估方法

8.1 风暴潮警报等级检验评估

8.1.1 风暴潮警报等级换算

风暴潮警报等级和观测等级的取值根据表 2 确定。

表 2 风暴潮警报及观测等级赋值表

等级名称	无预警级别	蓝色	黄色	橙色	红色
警报等级($FL_{\text{风暴潮}}$)	0	1	2	3	4
观测等级($ML_{\text{风暴潮}}$)	0	1	2	3	4

8.1.2 风暴潮警报等级绝对误差

风暴潮警报等级绝对误差为警报等级与观测等级的绝对误差值，按公式(11)计算。

$$DL_{\text{风暴潮}} = |FL_{\text{风暴潮}} - ML_{\text{风暴潮}}| \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$DL_{\text{风暴潮}}$ —— 风暴潮警报等级的绝对误差；

$FL_{\text{风暴潮}}$ —— 警报等级；

$ML_{\text{风暴潮}}$ —— 观测等级。

8.1.3 风暴潮警报等级评估

根据警报等级与观测等级的绝对误差进行评估，方法如下：

- 警报等级绝对误差为 0，评估结果为 100 分；
- 警报等级绝对误差为 1，评估结果为 80 分；
- 警报等级绝对误差为 2，评估结果为 60 分；
- 警报等级绝对误差大于 2，评估结果为 40 分。

单份风暴潮警报等级得分为所有发布警报海域的加权平均，按公式(12)计算。

$$S_{\text{单份}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{红}}} S_{\text{红}}(i) \times 4 + \sum_{i=1}^{n_{\text{橙}}} S_{\text{橙}}(i) \times 3 + \sum_{i=1}^{n_{\text{黄}}} S_{\text{黄}}(i) \times 2 + \sum_{i=1}^{n_{\text{蓝}}} S_{\text{蓝}}(i) + \sum_{i=1}^{n_{\text{未达}}} S_{\text{未达}}(i)}{n_{\text{红}} \times 4 + n_{\text{橙}} \times 3 + n_{\text{黄}} \times 2 + n_{\text{蓝}} + n_{\text{未达}}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$S_{\text{单份}}$ —— 单份警报单的警报等级得分；

- $n_{\text{红}}$ ——达到红色预警等级的验潮站数；
 $S_{\text{红}}(i)$ ——警报单中红色警报验潮站的警报等级得分；
 $n_{\text{橙}}$ ——达到橙色预警等级的验潮站数；
 $S_{\text{橙}}(i)$ ——警报单中橙色警报验潮站的警报等级得分；
 $n_{\text{黄}}$ ——达到黄色预警等级的验潮站数；
 $S_{\text{黄}}(i)$ ——警报单中黄色警报验潮站的警报等级得分；
 $n_{\text{蓝}}$ ——达到蓝色预警等级的验潮站数；
 $S_{\text{蓝}}(i)$ ——警报单中蓝色警报验潮站的警报等级得分；
 $n_{\text{未达}}$ ——未达到蓝色警戒潮位的验潮站数；
 $S_{\text{未达}}(i)$ ——警报单中未达到蓝色警报验潮站的警报等级得分。

8.1.4 风暴潮警报等级检验

风暴潮警报单等级检验用准确率表示,分为预报正确、空报、漏报三种;预报时效内每个预报海域有且仅有一次准确、空报或漏报次数,检验方法如下:

- a) 警报等级等于观测等级,为预报正确,准确率按公式(13)计算。

$$CS_{\text{风暴潮}} = \frac{NA}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- $CS_{\text{风暴潮}}$ ——风暴潮警报等级准确率;
 NA ——规定时效内警报准确次数;
 NB ——规定时效内警报空报次数;
 NC ——规定时效内警报漏报次数。

- b) 警报等级大于观测等级,为空报,空报率按公式(14)计算。

$$FAR_{\text{风暴潮}} = \frac{NB}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- $FAR_{\text{风暴潮}}$ ——风暴潮警报空报率。

- c) 警报等级小于观测等级,为漏报,漏报率按公式(15)计算:

$$PO_{\text{风暴潮}} = \frac{NC}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- $PO_{\text{风暴潮}}$ ——风暴潮警报漏报率。

单份警报的警报准确率、空报率和漏报率为所有警报预报海域的累加平均。

8.2 潮位评估

8.2.1 潮位绝对误差

潮位绝对误差为预报潮位与观测潮位的绝对误差值,按公式(16)计算。

$$DE = |FE - ME| \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- DE ——潮位的绝对误差,单位为厘米(cm);
 FE ——预报潮位,单位为厘米(cm);

ME ——观测潮位,单位为厘米(cm)。

8.2.2 潮位评估

根据预报潮位与观测潮位的绝对误差进行评估,按公式(17)计算。

$$S_{\text{潮位}} = \begin{cases} 100 & (DE \leq 10) \\ 80 & (10 < DE \leq 20) \\ 60 & (20 < DE \leq 30) \\ 40 & (30 < DE \leq 40) \\ 20 & (40 < DE \leq 50) \\ 0 & (DE > 50) \end{cases} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

$S_{\text{潮位}}$ ——潮位得分。

若单站出现超警戒而未发布预报潮位,视为漏报,此时按照 $S_{\text{潮位}} = 0$ 处理。

单份风暴潮警报潮位得分为所有预报海域潮位得分的累加平均。

8.3 潮时评估

8.3.1 潮时绝对误差

潮时绝对误差为预报潮时与观测潮时的绝对误差值,按公式(18)计算。

$$DET = |FET - MET| \dots\dots\dots (18)$$

式中:

DET ——潮时的绝对误差,单位为小时(h);

FET ——预报潮时,单位为小时(h);

MET ——观测潮时,单位为小时(h)。

8.3.2 潮时评估

根据预报潮时与观测潮时的绝对误差进行评估,按公式(19)计算。

$$S_{\text{潮时}} = \begin{cases} 100 & (DET \leq 1.0) \\ 90 & (1.0 < DET \leq 1.5) \\ 80 & (1.5 < DET \leq 2.0) \\ 70 & (2.0 < DET \leq 2.5) \\ 50 & (2.5 < DET \leq 3.0) \\ 30 & (3.0 < DET \leq 3.5) \\ 10 & (3.5 < DET \leq 4.0) \\ 0 & (DET > 4.0) \end{cases} \dots\dots\dots (19)$$

式中:

$S_{\text{潮时}}$ ——预报潮时得分。

若单站出现超警戒而未发布预报潮时,视为漏报,此时按照 $S_{\text{潮时}} = 0$ 处理。

单份风暴潮警报潮时得分为所有预报海域潮时得分的累加平均。

9 海浪警报检验评估方法

9.1 海浪警报等级检验评估

9.1.1 海浪警报等级换算

海浪警报等级有近岸和近海两种类型,分别接近岸和近海两类情况,将警报单中每个预报海域波高最大值转换为警报评估等级,将对应海域内观测波高最大值转换为观测等级,近岸和近海的预报与观测波高值转换等级按表 3 确定,海浪警报等级和观测等级的取值按表 4 确定。

表 3 波高与等级转换表

近岸波高/m	等级	近海波高/m	等级
≤ 2.4	无	—	—
2.5~3.4	蓝色	≤ 5.9	无
3.5~4.4	黄色	6.0~8.9	黄色
4.5~5.9	橙色	9.0~13.9	橙色
≥ 6.0	红色	≥ 14.0	红色

表 4 海浪警报及实测等级数字赋值表

类型	等级名称	无预警级别	蓝色	黄色	橙色	红色
近岸	警报等级($FL_{\text{海浪}}$)	0	1	2	3	4
	观测等级($ML_{\text{海浪}}$)	0	1	2	3	4
近海	警报等级($FL_{\text{海浪}}$)	0	—	1	2	3
	观测等级($ML_{\text{海浪}}$)	0	—	1	2	3

9.1.2 海浪警报等级绝对误差

海浪警报等级绝对误差为警报等级与观测等级的绝对误差值,按公式(20)计算。

$$DL_{\text{海浪}} = | FL_{\text{海浪}} - ML_{\text{海浪}} | \dots\dots\dots (20)$$

式中:

- $DL_{\text{海浪}}$ ——海浪警报等级的绝对误差;
- $FL_{\text{海浪}}$ ——警报等级;
- $ML_{\text{海浪}}$ ——观测等级。

9.1.3 海浪警报等级评估

根据警报等级与观测等级的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 警报等级绝对误差为 0,评估结果为 100 分;
- b) 警报等级绝对误差为 1,评估结果为 80 分;
- c) 警报等级绝对误差为 2,评估结果为 60 分;

- d) 警报等级绝对误差大于 2, 评估结果为 40 分;
- e) 海浪警报等级评估最终得分为所有警报海域的累加平均。

9.1.4 海浪警报等级检验

海浪警报单等级检验用准确率表示, 分为预报正确、空报、漏报三种。预报时效内每个预报海域有且仅有一次准确、空报或漏报次数, 检验方法如下:

- a) 警报等级等于观测等级, 为预报正确, 海浪警报等级准确率按公式(21)计算。

$$CS_{\text{海浪}} = \frac{NA}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中:

$CS_{\text{海浪}}$ ——海浪警报预报准确率;
 NA ——规定时效内警报准确次数;
 NB ——规定时效内警报空报次数;
 NC ——规定时效内警报漏报次数。

- b) 警报等级大于观测等级, 为空报, 空报率按公式(22)计算。

$$FAR_{\text{海浪}} = \frac{NB}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中:

$FAR_{\text{海浪}}$ ——海浪警报空报率。

- c) 警报等级小于观测等级, 为漏报, 漏报率按公式(23)计算。

$$PO_{\text{海浪}} = \frac{NC}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中:

$PO_{\text{海浪}}$ ——海浪警报漏报率。

单份警报单的警报准确率、空报率和漏报率为所有警报预报海域的累加平均。

9.2 警报波高评估

9.2.1 波高绝对误差

波高绝对误差见 6.1.2。

9.2.2 波高评估原则

波高检验评估原则见 6.1.3。

9.2.3 波高评估

波高评估见 6.1.4。

10 海冰警报评估方法

10.1 海冰警报等级换算

海冰警报等级和观测等级的取值根据表 5 确定。

表 5 海冰警报及实测等级数字赋值表

等级名称	无预警级别	蓝色	黄色	橙色	红色
警报等级($FL_{海冰}$)	0	1	2	3	4
观测等级($ML_{海冰}$)	0	1	2	3	4

10.2 海冰警报等级绝对误差

海冰警报等级绝对误差为警报等级与观测等级的绝对误差值,按公式(24)计算。

$$DL_{海冰} = | FL_{海冰} - ML_{海冰} | \dots\dots\dots (24)$$

式中:

- $DL_{海冰}$ ——海水警报等级的绝对误差;
- $FL_{海冰}$ ——警报等级;
- $ML_{海冰}$ ——观测等级。

10.3 海冰警报等级评估

根据警报等级与观测等级的绝对误差进行评估,方法如下:

- a) 警报等级绝对误差为 0,评估结果为 100 分;
- b) 警报等级绝对误差为 1,评估结果为 80 分;
- c) 警报等级绝对误差为 2,评估结果为 60 分;
- d) 警报等级绝对误差大于 2,评估结果为 40 分;
- e) 海冰警报等级评估最终得分为所有警报海域的累加平均。

附 录 A
(资料性)
换 算 表

A.1 预报风级与评估风级及评估风速值换算表

预报风级与评估风级及评估风速值之间换算见表 A.1。

表 A.1 预报风级与评估风级及评估风速值换算表

预报风级				评估风级	评估风速值 m/s
4	4 ▽ 5	4 ▽ 5-6		4	6.7
4-5	4-5 ▽ 6	4-5 ▽ 6-7		4.5	8.1
5	5 ▽ 6	5 ▽ 6-7		5	9.4
5-6	5-6 ▽ 7	5-6 ▽ 7-8		5.5	10.9
6	6 ▽ 7	6 ▽ 7-8		6	12.3
6-7	6-7 ▽ 8	6-7 ▽ 8-9		6.5	14
7	7 ▽ 8	7 ▽ 8-9		7	15.5
7-8	7-8 ▽ 9		7-8 ▽ 9-10	7.5	17.3
7-9				8	19.0
8	8 ▽ 9	8 ▽ 9-10		8	19
8-9	8-9 ▽ 10		8-9 ▽ 10-11	8.5	20.8
8-10				9.0	20.8
9	9 ▽ 10	9 ▽ 10-11		9	22.6
9-10	9-10 ▽ 11		9-10 ▽ 11-12	9.5	24.6
9-11				10.0	24.6
9-12				10.6	28.9
10	10 ▽ 11	10 ▽ 11-12		10	26.5
10-11	10-11 ▽ 12		10-1 ▽ 12-13	10.5	28.6
10-12				11.0	30.6
10-13				11.6	33.0
11	11 ▽ 12	11 ▽ 12-13		11	30.6
11-12	11-12 ▽ 13		11-1 ▽ 13-14	11.5	32.8

表 A.1 预报风级与评估风级及评估风速值换算表（续）

预报风级				评估风级	评估风速值 m/s
11-13				12	34.8
11-14				12.6	37.3
12	12 ▽ 13	12 ▽ 13-14		12	34.8
12-13	12-13 ▽ 14		12-1 ▽ 14-15	12.5	37.1
12-14				13.0	39.2
12-15				13.5	41.3
13	13 ▽ 14	13 ▽ 14-15		13	39.2
13-14	13-14 ▽ 15		13-1 ▽ 15-16	13.5	41.7
13-15				14.0	43.8
13-16				14.6	46.5
14	14 ▽ 15	14 ▽ 15-16		14	43.8
14-15	14-15 ▽ 16		14-1 ▽ 16-17	14.5	46.4
14-16				15.0	48.6
14-17				15.6	51.4
15 ▽ 16	15 ▽ 16-17			15	48.6
15-16	15-16 ▽ 17			15.5	51.3
15-17				16.0	53.5
16 ▽ 17				16	53.5
16-17				16.5	56.3

A.2 观测风速值与观测风级数换算表

观测风速值与观测风级数换算见表 A.2。

表 A.2 观测风速值与观测风级数换算表

观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数
5.5	3.5	8.8	4.8	12.1	5.9	15.4	7.0	18.7	7.9	22.0	8.8
5.6	3.5	8.9	4.8	12.2	6.0	15.5	7.0	18.8	8.0	22.1	8.9
5.7	3.6	9.0	4.9	12.3	6.0	15.6	7.0	18.9	8.0	22.2	8.9
5.8	3.6	9.1	4.9	12.4	6.0	15.7	7.1	19.0	8.0	22.3	8.9
5.9	3.7	9.2	4.9	12.5	6.1	15.8	7.1	19.1	8.0	22.4	8.9
6.0	3.7	9.3	5.0	12.6	6.1	15.9	7.1	19.2	8.1	22.5	9.0
6.1	3.7	9.4	5.0	12.7	6.1	16.0	7.1	19.3	8.1	22.6	9.0
6.2	3.8	9.5	5.0	12.8	6.2	16.1	7.2	19.4	8.1	22.7	9.0
6.3	3.8	9.6	5.1	12.9	6.2	16.2	7.2	19.5	8.2	22.8	9.1
6.4	3.9	9.7	5.1	13.0	6.2	16.3	7.2	19.6	8.2	22.9	9.1
6.5	3.9	9.8	5.1	13.1	6.3	16.4	7.3	19.7	8.2	23.0	9.1
6.6	3.9	9.9	5.2	13.2	6.3	16.5	7.3	19.8	8.2	23.1	9.1
6.7	4.0	10.0	5.2	13.3	6.3	16.6	7.3	19.9	8.3	23.2	9.2
6.8	4.0	10.1	5.3	13.4	6.3	16.7	7.4	20.0	8.3	23.3	9.2
6.9	4.1	10.2	5.3	13.5	6.4	16.8	7.4	20.1	8.3	23.4	9.2
7.0	4.1	10.3	5.3	13.6	6.4	16.9	7.4	20.2	8.4	23.5	9.2
7.1	4.1	10.4	5.4	13.7	6.4	17.0	7.4	20.3	8.4	23.6	9.3
7.2	4.2	10.5	5.4	13.8	6.5	17.1	7.5	20.4	8.4	23.7	9.3
7.3	4.2	10.6	5.4	13.9	6.5	17.2	7.5	20.5	8.4	23.8	9.3
7.4	4.3	10.7	5.5	14.0	6.5	17.3	7.5	20.6	8.5	23.9	9.3
7.5	4.3	10.8	5.5	14.1	6.6	17.4	7.6	20.7	8.5	24.0	9.4
7.6	4.3	10.9	5.5	14.2	6.6	17.5	7.6	20.8	8.5	24.1	9.4
7.7	4.4	11.0	5.6	14.3	6.6	17.6	7.6	20.9	8.5	24.2	9.4
7.8	4.4	11.1	5.6	14.4	6.7	17.7	7.6	21.0	8.6	24.3	9.4
7.9	4.5	11.2	5.6	14.5	6.7	17.8	7.7	21.1	8.6	24.4	9.5
8.0	4.5	11.3	5.7	14.6	6.7	17.9	7.7	21.2	8.6	24.5	9.5
8.1	4.5	11.4	5.7	14.7	6.8	18.0	7.7	21.3	8.7	24.6	9.5
8.2	4.6	11.5	5.7	14.8	6.8	18.1	7.8	21.4	8.7	24.7	9.6
8.3	4.6	11.6	5.8	14.9	6.8	18.2	7.8	21.5	8.7	24.8	9.6
8.4	4.6	11.7	5.8	15.0	6.8	18.3	7.8	21.6	8.7	24.9	9.6
8.5	4.7	11.8	5.8	15.1	6.9	18.4	7.8	21.7	8.8	25.0	9.6
8.6	4.7	11.9	5.9	15.2	6.9	18.5	7.9	21.8	8.8	25.1	9.7
8.7	4.8	12.0	5.9	15.3	6.9	18.6	7.9	21.9	8.8	25.2	9.7

表 A.2 观测风速值与观测风级数换算表（续）

观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数
25.3	9.7	28.9	10.6	32.5	11.5	36.1	12.3	39.7	13.1	43.3	13.9
25.4	9.7	29.0	10.6	32.6	11.5	36.2	12.3	39.8	13.1	43.4	13.9
25.5	9.8	29.1	10.7	32.7	11.5	36.3	12.3	39.9	13.1	43.5	13.9
25.6	9.8	29.2	10.7	32.8	11.5	36.4	12.4	40.0	13.2	43.6	13.9
25.7	9.8	29.3	10.7	32.9	11.6	36.5	12.4	40.1	13.2	43.7	14.0
25.8	9.8	29.4	10.7	33.0	11.6	36.6	12.4	40.2	13.2	43.8	14.0
25.9	9.9	29.5	10.8	33.1	11.6	36.7	12.4	40.3	13.2	43.9	14.0
26.0	9.9	29.6	10.8	33.2	11.6	36.8	12.5	40.4	13.3	44.0	14.0
26.1	9.9	29.7	10.8	33.3	11.7	36.9	12.5	40.5	13.3	44.1	14.1
26.2	9.9	29.8	10.8	33.4	11.7	37.0	12.5	40.6	13.3	44.2	14.1
26.3	10.0	29.9	10.8	33.5	11.7	37.1	12.5	40.7	13.3	44.3	14.1
26.4	10.0	30.0	10.9	33.6	11.7	37.2	12.5	40.8	13.3	44.4	14.1
26.5	10.0	30.1	10.9	33.7	11.8	37.3	12.6	40.9	13.4	44.5	14.1
26.6	10.0	30.2	10.9	33.8	11.8	37.4	12.6	41.0	13.4	44.6	14.2
26.7	10.1	30.3	10.9	33.9	11.8	37.5	12.6	41.1	13.4	44.7	14.2
26.8	10.1	30.4	11.0	34.0	11.8	37.6	12.6	41.2	13.4	44.8	14.2
26.9	10.1	30.5	11.0	34.1	11.8	37.7	12.7	41.3	13.5	44.9	14.2
27.0	10.1	30.6	11.0	34.2	11.9	37.8	12.7	41.4	13.5	45.0	14.2
27.1	10.2	30.7	11.0	34.3	11.9	37.9	12.7	41.5	13.5	45.1	14.3
27.2	10.2	30.8	11.1	34.4	11.9	38.0	12.7	41.6	13.5	45.2	14.3
27.3	10.2	30.9	11.1	34.5	11.9	38.1	12.8	41.7	13.5	45.3	14.3
27.4	10.2	31.0	11.1	34.6	12.0	38.2	12.8	41.8	13.6	45.4	14.3
27.5	10.3	31.1	11.1	34.7	12.0	38.3	12.8	41.9	13.6	45.5	14.4
27.6	10.3	31.2	11.2	34.8	12.0	38.4	12.8	42.0	13.6	45.6	14.4
27.7	10.3	31.3	11.2	34.9	12.0	38.5	12.8	42.1	13.6	45.7	14.4
27.8	10.3	31.4	11.2	35.0	12.1	38.6	12.9	42.2	13.6	45.8	14.4
27.9	10.4	31.5	11.2	35.1	12.1	38.7	12.9	42.3	13.7	45.9	14.4
28.0	10.4	31.6	11.3	35.2	12.1	38.8	12.9	42.4	13.7	46.0	14.5
28.1	10.4	31.7	11.3	35.3	12.1	38.9	12.9	42.5	13.7	46.1	14.5
28.2	10.4	31.8	11.3	35.4	12.1	39.0	13.0	42.6	13.7	46.2	14.5
28.3	10.5	31.9	11.3	35.5	12.2	39.1	13.0	42.7	13.8	46.3	14.5
28.4	10.5	32.0	11.4	35.6	12.2	39.2	13.0	42.8	13.8	46.4	14.5
28.5	10.5	32.1	11.4	35.7	12.2	39.3	13.0	42.9	13.8	46.5	14.6
28.6	10.5	32.2	11.4	35.8	12.2	39.4	13.0	43.0	13.8	46.6	14.6
28.7	10.6	32.3	11.4	35.9	12.3	39.5	13.1	43.1	13.8	46.7	14.6
28.8	10.6	32.4	11.4	36.0	12.3	39.6	13.1	43.2	13.9	46.8	14.6

表 A.2 观测风速值与观测风级数换算表 (续)

观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数	观测 风速 值 m/s	观测 风级 数
46.9	14.6	50.5	15.4	54.1	16.1	57.7	16.8	61.3	17.5	64.9	18.2
47.0	14.7	50.6	15.4	54.2	16.1	57.8	16.8	61.4	17.5	65.0	18.2
47.1	14.7	50.7	15.4	54.3	16.1	57.9	16.8	61.5	17.5	65.1	18.2
47.2	14.7	50.8	15.4	54.4	16.2	58.0	16.9	61.6	17.6	65.2	18.2
47.3	14.7	50.9	15.5	54.5	16.2	58.1	16.9	61.7	17.6	65.3	18.3
47.4	14.7	51.0	15.5	54.6	16.2	58.2	16.9	61.8	17.6	65.4	18.3
47.5	14.8	51.1	15.5	54.7	16.2	58.3	16.9	61.9	17.6	65.5	18.3
47.6	14.8	51.2	15.5	54.8	16.2	58.4	16.9	62.0	17.6	65.6	18.3
47.7	14.8	51.3	15.5	54.9	16.3	58.5	17.0	62.1	17.7	65.7	18.3
47.8	14.8	51.4	15.6	55.0	16.3	58.6	17.0	62.2	17.7	65.8	18.3
47.9	14.9	51.5	15.6	55.1	16.3	58.7	17.0	62.3	17.7	65.9	18.4
48.0	14.9	51.6	15.6	55.2	16.3	58.8	17.0	62.4	17.7	66.0	18.4
48.1	14.9	51.7	15.6	55.3	16.3	58.9	17.0	62.5	17.7	66.1	18.4
48.2	14.9	51.8	15.6	55.4	16.4	59.0	17.1	62.6	17.7	66.2	18.4
48.3	14.9	51.9	15.7	55.5	16.4	59.1	17.1	62.7	17.8	66.3	18.4
48.4	15.0	52.0	15.7	55.6	16.4	59.2	17.1	62.8	17.8	66.4	18.5
48.5	15.0	52.1	15.7	55.7	16.4	59.3	17.1	62.9	17.8	66.5	18.5
48.6	15.0	52.2	15.7	55.8	16.4	59.4	17.1	63.0	17.8	66.6	18.5
48.7	15.0	52.3	15.7	55.9	16.5	59.5	17.2	63.1	17.8	66.7	18.5
48.8	15.0	52.4	15.8	56.0	16.5	59.6	17.2	63.2	17.9	66.8	18.5
48.9	15.1	52.5	15.8	56.1	16.5	59.7	17.2	63.3	17.9	66.9	18.5
49.0	15.1	52.6	15.8	56.2	16.5	59.8	17.2	63.4	17.9	67.0	18.6
49.1	15.1	52.7	15.8	56.3	16.5	59.9	17.2	63.5	17.9	67.1	18.6
49.2	15.1	52.8	15.8	56.4	16.6	60.0	17.3	63.6	17.9	67.2	18.6
49.3	15.1	52.9	15.9	56.5	16.6	60.1	17.3	63.7	18.0	67.3	18.6
49.4	15.2	53.0	15.9	56.6	16.6	60.2	17.3	63.8	18.0	67.4	18.6
49.5	15.2	53.1	15.9	56.7	16.6	60.3	17.3	63.9	18.0	67.5	18.7
49.6	15.2	53.2	15.9	56.8	16.6	60.4	17.3	64.0	18.0	67.6	18.7
49.7	15.2	53.3	15.9	56.9	16.7	60.5	17.3	64.1	18.0	67.7	18.7
49.8	15.2	53.4	16.0	57.0	16.7	60.6	17.4	64.2	18.0	67.8	18.7
49.9	15.3	53.5	16.0	57.1	16.7	60.7	17.4	64.3	18.1	67.9	18.7
50.0	15.3	53.6	16.0	57.2	16.7	60.8	17.4	64.4	18.1	68.0	18.8
50.1	15.3	53.7	16.0	57.3	16.7	60.9	17.4	64.5	18.1	68.1	18.8
50.2	15.3	53.8	16.0	57.4	16.8	61.0	17.4	64.6	18.1	68.2	18.8
50.3	15.3	53.9	16.1	57.5	16.8	61.1	17.5	64.7	18.1	68.3	18.8
50.4	15.4	54.0	16.1	57.6	16.8	61.2	17.5	64.8	18.2	68.4	18.8

A.3 预报风向/波向(方位)与评估风向/波向(度)换算表

预报风向/波向(方位)与评估风向/波向(度)换算见表 A.3。

表 A.3 预报风向/波向(方位)与评估风向/波向(度)换算表

预报风向/波向(方位)	评估风向/波向(°)	预报风向/波向(方位)	评估风向/波向(°)
N	0	S	180
NNE N-NE	22.5	SSW S-SW	202.5
NE	45	SW	225
ENE E-NE	67.5	WSW W-SW	247.5
E	90	W	270
ESE E-SE	112.5	WNW W-NW	292.5
SE	135	NW	315
SSE S-SE	157.5	NNW N-NW	337.5

参 考 文 献

- [1] GB/T 39628—2020 海洋预报术语
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
海洋预报结果准确性检验评估方法
GB/T 41165—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年12月第一版

*

书号: 155066 · 1-69262

版权专有 侵权必究



GB/T 41165-2021



码上扫一扫 正版服务到